СОВРЕМЕННЫЕ ОСЦИЛЛОГРАФЫ: ВОЗМОЖНОСТИ, ПАРАМЕТРЫ, ВЫБОР

Александр Дедюхин

Виктория Лебедева

Большое значение при подготовке и организации ремонта или ремонтных предприятий имеет подбор необходимых измерительных приборов: мультиметров, осциллографов, низкочастотных, высокочастотных и телевизионных генераторов и пр. От качества и ассортимента измерительного оборудования зависит сокращение времени на поиск неисправностей, качество ремонта и настройки, и, в конечном итоге, авторитет самого ремонтного предприятия.

В этой статье мы хотим дать рекомендации и высказать свое мнение по подбору такого средства измерения, как осциллограф.

Осциллограф – это визуальный прибор, позволяющий на экране электронно-лучевой трубки (ЭЛТ) или другом индикаторе (жидкокристаллическом, газоразрядном и т. п.) увидеть электрический сигнал в привычной для всех Декартовой системе координат. Горизонтальная ось (ось X) представляет собой временную ось с калиброванными временными метками, которые образует развертка осциллографа. Вертикальная ось (ось Y) представляет собой амплитудную ось, отклонение по которой зависит от амплитуды исследуемого сигнала.

Из-за естественного желания человека увидеть все, даже электрические сигналы, своими собственными глазами, осциллограф стал самым распространенным и массовым типом измерительных приборов. Поэтому практически все принципиальные схемы радиоэлектронных устройств пестрят большим количеством осциллограмм в контрольных точках, что позволяет видеть, как "живет" электроника. И чем больше указано таких осциллограмм, тем быстрее можно обнаружить и устранить неисправность, увидеть глазами места, где сигнал искажен или вообще отсутствует, более точно произвести регулировку устройства после ремонта.

Как любой измерительный прибор, осциллограф имеет ряд параметров, определяющих его потребительские свойства, назначение и, в конечном итоге, цену. Рассмотрим основные параметры и возможности.

Полоса пропускания осциллографа – определяет, какой наибольшей частоты сигнал можно не только наблюдать на экране осциллографа, но измерять с определенной для него точностью.

Данный параметр – основной для осциллографа: он определяется, как частота, на которой, при стабильной амплитуде входного сигнала, изображение на экране уменьшается в $\sqrt{2}$ раз, и этот уровень на большинстве ЭЛТ отмечен линией из точек. Этот параметр характеризует как свойства развертки осциллографа (способность с достаточной скоростью развернуть сигнал по оси X), так и усилителей вертикального отклонения (способность обеспечить необходимое усиление сигнала на определенной частоте по оси Y). Хочется отметить, что на всех осциллографах возможно наблюдение сигналов и за пределами полосы пропускания, но в этом случае амплитуда сигнала оказывается значительно ниже реальной. В настоящее время в России выпускаются универсальные аналоговые осциллографы с полосой пропускания не ниже 5 МГц (С1-83, С1-101, С1-107) и не выше 1000 МГц (С1-129), а стробоскопические осциллографы позволяют наблюдать сигналы частотой до 26 ГГц (С9-11).

Коэффициент развертки – указывает диапазон калиброванных значений развертки осциллографа, что позволяет производить измерения временных параметров сигнала, а также частоты, как величины, обратной периоду.

В аналоговых осциллографах минимальное время развертки не менее 5 сек/дел (С1-83, С1-103), а для некоторых моделей осциллографов в цифровом режиме – 300 сек/экран (С1-131, С1-123), что дает возможность наблюдения и регистрации медленных процессов (например, флуктуации напряжения питания). Наименьший коэффициент развертки для аналоговых осциллографов составляет 1 псек/дел (С1-97, С1-104, С1-108, С1-116, С1-129).

Коэффициент отклонения – характеризует диапазон отображения амплитуды входного сигнала.

Большинство осциллографов имеет коэффициент деления в пределах 2 мВ/дел ... 5 В/дел, и только отдельные экземпляры на частотах до 1 МГц имеют коэффициент деления 100 мкВ/дел (С1-117, С1-103). Все осциллографы с полосой пропускания до 100 МГц включительно комплектуются делителем напряжения 1:10 с высоким входным сопротивлением и малой емкостью. Такой делитель позволяет не только увеличить коэффициент деления в 10 раз и подавать на вход прибора сигнал напряжением до 400 В, но также исследовать высокочастотные сигналы в высокоимпедансных цепях. Осциллографы с полосой пропускания свыше 100 МГц, имеющие 50-Омный вход, не позволяют подавать непосредственно на вход сигнал более 3 В (С1-97, С1-104, С1-108, С1-116, С1-129).

Дополнительные возможности осциллографа. В последнее время все больше проявляется тенденция дополнять осциллограф новыми функциями, расширяющими его возможности.

Так, не новинкой уже стало совмещение осциллографа и мультиметра, что позволяет измерять напряжения, ток и сопротивления (С1-107, С1-112А/М, С1-116, СК1-132А, С1-137/1).

Режим маркерных измерений позволяет не считать клеточки на экране осциллографа, а с помощью маркеров произвести измерения амплитудно-временных параметров или, наоборот, установив с помощью маркеров необходимые "ворота", произвести регулировку сигнала до необходимых пределов. К сожалению, большинство отечественных приборов не может похвастаться удобством реализации этого режима. Полный набор необходимых маркерных измерений ΔT, ΔT%, ΔF, ΔU, ΔUdB, ΔU%, Δφ с отображением результатов измерения на экране имеют импортные осциллографы компании GOOD WILL INSTRUMENTS GOS-6103, GOS-658G, GOS-626G.

Удачным дополнением аналогового осциллографа можно считать применение цифровой памяти и развертки (об этом уже было упомянуто выше). Применение этого режима позволяет не только запомнить сигнал, но и получить изображение сигнала из памяти совместно с сигналом реального времени. Лидером применения этого режима можно считать осциллограф С1-131.

Еще одной нестандартной дополнительной возможностью можно считать совмещение осциллографа и генератора испытательных ТВ-сигналов (СК1-132А), что позволяет превратить осциллограф в небольшую переносную лабораторию по ремонту и регулировке телевизоров и видеомагнитофонов.

Масса–габаритные размеры и размер экрана (ЭЛТ). Необходимо отметить, что размеры экрана осциллографа определяются размером диагонали ЭЛТ, вне зависимости от формы экрана – круглой или прямоугольной. Минимальный размер ЭЛТ, используемый в осциллографах рассматриваемого ценового диапазона, – 6 см, а максимальный – 17 см.

Основные параметры осциллографов, о которых идет речь в этой статье, приведены в таблице 1.

В настоящее время в нашей стране в эксплуатации находится более 100 типов отечественных и импортных осциллографов, отличающихся как техническими параметрами, так и ценой. Очень часто даже специалисты в этой области становятся перед решением сложного вопроса, какому осциллографу при выполнении тех или иных задач отдать предпочтение? С целью оказания помощи в выборе осциллографов для оснащения ремонтной мастерской или конкретного специалиста, хочется поделиться некоторыми практическими советами, основанными на долгом опыте работы с приборами этого типа.

Первое, на что следует обратить внимание при подборе осциллографа, – в каких условиях планируется его эксплуатация. Если оборудование приобретается для выполнения работ ***в стационарных условиях***, то имеет смысл отдать предпочтение осциллографам с большой рабочей частью ЭЛТ (11-17 см). Большой экран позволяет не только лучше рассмотреть исследуемый сигнал, в том числе за счет высокой яркости свечения используемых в подобных приборах ЭЛТ, но и удобнее расположить прибор на рабочем месте (не обязательно "перед самым носом"). Кроме того, осциллографы с большой рабочей частью ЭЛТ имеют лучшие характеристики, чем приборы с меньшими габаритами. Среди таких параметров (не перечисленных выше как основные) следует отметить наличие 2-х и более каналов, более устойчивую синхронизацию при исследовании различных сигналов, применение раздельных фильтров синхронизации, наличие нескольких режимов запуска развертки, улучшенную геометрию лучей ЭЛТ. К моделям с большой рабочей частью ЭЛТ можно отнести следующие: с диагональю 11 см – С1-131, С1-137, С1-137/1; 12 см – С1-127, С1-134; 13 см – GOS-6103, GOS-658G, GOS-626G; 15 см – С1-81, С1-120; 17 см – С1-83, С1-93, С1-99, С1-103, С1-114, С1-114/1.

Если ремонт бытовой техники планируется проводить ***с выездом к заказчику***, то на первое место выдвигаются масса-габаритные размеры, и все другие параметры приносятся в жертву. К числу "малышей" можно отнести С1-101 (диагональ 6 см и вес 1.8 кг!!!), С1-73, С1-107, С1-124 (диагональ 8 см), С1-112А, С1-118А (диагональ 11 см). Осциллограф С1-101, кроме самого маленького экрана и веса, еще имеет возможность питания от встроенного аккумулятора 12 В, что позволяет проводить измерения в местах отсутствия сетевого напряжения питания (например, при наладке электронных систем автомобиля).

Второе, что следует учитывать при выборе осциллографа, – это полоса пропускания прибора. Естественно, чем выше полоса пропускания осциллографа, тем предпочтительнее он в работе, но в то же время это значительно увеличивает стоимость прибора (в среднем увеличение полосы пропускания в два раза приводит к увеличению стоимости в 1.5 раза). В большинстве бытовых электронных изделий (телевизоры, видеомагнитофоны, телефоны, аудиокомплексы, радиоприемники, магнитофоны и др.) не используются высокие частоты. Так, наибольшая частота в телевизоре, визуальное наблюдение которой целесообразно, это частота ПЧ, и она составляет 38 МГц. Для настройки канала яркости и цветности достаточно полосы 10 МГц, а полоса пропускания даже профессиональных усилителей НЧ Hi-Fi-класса редко превышает 200 кГц. Следовательно, использовать для этих целей осциллографы с полосой пропускания выше 50...100 МГц нецелесообразно, а в большинстве случаев достаточно и 15-25 МГц (осциллографы С1-117, С1-118А, С1-131, С1-134, С1-137, GOS-626G). При ремонте специфической техники СВЧ диапазона, такой, как радиотелефоны, антенные усилители, антирадары и пр., предпочтительнее иметь осциллограф с полосой более 100 МГц (С1-97, С1-104, С1-108). Однако, эти приборы имеют входное сопротивление 50 Ом, что не позволяет непосредственно подключаться параллельно точкам схемы и требует применения активных пробников, повышающих входное сопротивление до 100 кОм.

Третьей особенностью при выборе осциллографа является его многофункциональность, т.е. возможность выполнять функции, которые в обычном осциллографе отсутствуют. Использование осциллографов со встроенным мультиметром (С1-107, С1-112) позволяет сократить количество приборов, необходимых при выездном ремонте. Осциллограф СК1-132А, кроме встроенного вольтметра, имеет генератор ТВ-испытательных сигналов в системе PAL и SECAM. Генератор позволяет формировать испытательные видеосигналы (сетчатое поле, серая шкала, цветные полосы), а также ВЧ сигналы в диапазоне 1, 6 и 21 телевизионного канала и ПЧ радиоканала телевизора (38 МГц). Бесспорно, наличие такого осциллографа позволяет произвести ремонт и настройку телевизора любой сложности в любых условиях.

Авторы этой статьи надеются, что высказанные рекомендации будут полезны не только при оснащении

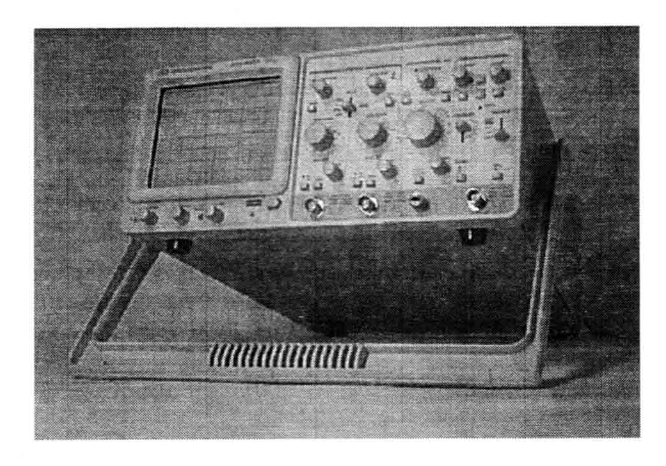
Таблица 1. Основные параметры осциллографов

№ п/п	Тип осциллографа	Полоса пропускания, МГц	Количество каналов	Рабочая часть ЭЛТ по диагонали, см	Вес, кг	Дополнительные возможности
1	С1-73	5	1	8	4	Питание ~220 В =27 В
2	С1-81	15	1	15	18	Выделение ТВ строк и цветоразностных сигналов
3	С1-83	5	2	17	10	Чувствительность100 мкВ
4	С1-93	15	2	17	10	–
5	С1-94	10	1	8	3.5	–
6	С1-96	10	2 луча	17	13	–
7	С1-99	100	2	17	17.5	Две развертки
8	С1-101	5	1	6	1.8	Питание ~220 В =27 В =12 В от аккумулятора 12 В
9	С1-103	10	4	17	17	Мин. коэффициент отклонения 50 мкВ, дифференциальные входы, две независимые развертки, большой экран
10	С1-104	500	2	16	16	–
11	С1-107	5	1	8	4	Измерение мультиметром ~U 1 мВ ... 300 В =U 1 мВ ... 1000 В =I 1 мА ... 2 А R 1 Ом ... 2 МОм
12	С1-108	350	1	16	17	Маркерное измерение амплитудно-временных параметров
13	С1-112А	10	1	11	3.6	Измерение мультиметром =U 1 мВ ... 1000 В R 1 Ом ... 2.5 МОм
14	С1-114	50	2	17	12	–
15	С1-116	250	2	16	15	Маркерные измерения, две развертки, цифровая задержка развертки, мультиметр, управление процессором, самодиагностика, вход 50 Ом и 1 МОм
16	С1-117	10	2	11	10	Чувствительность 100 мкВ, маркерное измерение
17	С1-118А	20	2	11	4	ТВ-синхронизация
18	С1-120	100	2	15	13	Две независимые возможности индикации двух сигналов, каждый на своей развертке, индикация сигнала синхронизации, измерение временных интервалов, управление процессором, самодиагностика
19	С1-123	15	2	15	9	Цифровая память, цифровая развертка до 3000 сек
20	С1-124	15	1	8	4	Автоматическая установка размеров изображения
21	С1-127	50	2	12	6	–
22	С1-129	1000	2	16	21	Двойная развертка, встроенный микропроцессор, маркерные измерения
23	С1-131	20	2	11	4.5	Цифровая память
24	СК1-132А	25	2	11	4.7	Встроенный генератор ТВ-испытательных сигналов PAL, SECAM (сетчатое поле, серая шкала, цветные полосы), ВЧ-модуляция 1, 6, 21 ТВ-каналов, выход ПЧ 38 МГц Измерение мультиметром =U 1 мВ ... 1000 В R 1 Ом ... 20 МОм

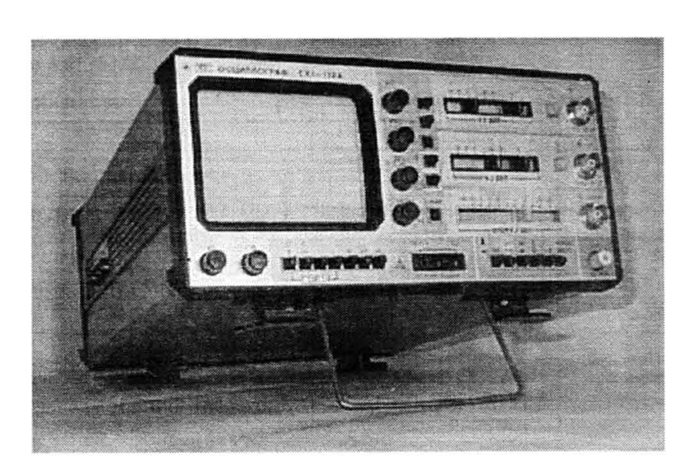
Таблица 1. Продолжение.

№ п/п	Тип осциллографа	Полоса пропускания МГц	Количество каналов	Рабочая часть ЭЛТ по диагонали см	Вес кг	Дополнительные возможности
25	С1-134	40	2	12	5	ТВ-синхронизация
26	С1-137	25	2	11	5	ТВ-синхронизация
27	С1-137/1	25	2	11	4.5	Измерение мультиметром ~U 1 мВ ... 300 В =U 1 мВ ... 1000 В =I 1 мА ... 2 А R 1 Ом ... 2 МОм
28	С8-23	30	2	11	6	КОП, цифровая память, маркерное измерение
29	GOS-310	10	1	10	4.6	ТВ-синхронизация
30	GOS-620	20	2	13	8	ТВ-синхронизация
31	GOS-622G	20	2	13	8.2	ТВ-синхронизация
32	GOS-626G	20	2	13	8.2	Маркерное измерение (ΔT, ΔF, ΔF%, ΔU, ΔU%, ΔUdB, Δφ), две развертки, ТВ-синхронизация
33	GOS-635G	20	2	13	8.2	ТВ-синхронизация
34	GOS-652G	50	2	13	8.2	ТВ-синхронизация
35	GOS-653G	50	2	13	8.2	Две развертки, ТВ-синхронизация
36	GOS-658G	50	2	13	8.2	Маркерное измерение (ΔT, ΔF, ΔF%, ΔU, ΔU%, ΔUdB, Δφ), две развертки, ТВ-синхронизация
37	GOS-6103	100	1	13	9	Маркерное измерение (ΔT, ΔF, ΔF%, ΔU, ΔU%, ΔUdB, Δφ), две развертки, ТВ-синхронизация

ремонтных мастерских, но и при приобретении осциллографов в личное пользование радиолюбителями. Поскольку найти справочную литературу по измерительным приборам достаточно сложно, а при выборе измерительного оборудования возникает гораздо больше вопросов, чем мы смогли поднять в этой публикации, мы всегда готовы оказать помощь в подборе необходимой измерительной аппаратуры. Обращайтесь к нам, в ЗАО "ПРИСТ", по тел. (095) 952-1714, 952-6552. Более подробную информацию о тактико-технических данных можно также получить в сети INTERNET на сайте www.ipc.ru/~prist.■



GOS-652



CK1-132A

Рис. 1. Внешний вид осциллографов.